

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-271999

(P2007-271999A)

(43) 公開日 平成19年10月18日 (2007. 10. 18)

(51) Int. Cl.

G03F 1/08 (2006.01)

F 1

G03F 1/08

D

テーマコード (参考)

2H095

G03F 1/08

G

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2006-98502 (P2006-98502)

(22) 出願日 平成18年3月31日 (2006. 3. 31)

(71) 出願人 503121103
株式会社ルネサステクノロジ
東京都千代田区大手町二丁目6番2号

(74) 代理人 100064746
弁理士 深見 久郎

(74) 代理人 100085132
弁理士 森田 俊雄

(74) 代理人 100083703
弁理士 仲村 義平

(74) 代理人 100096781
弁理士 堀井 豊

(74) 代理人 100098316
弁理士 野田 久登

(74) 代理人 100109162
弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

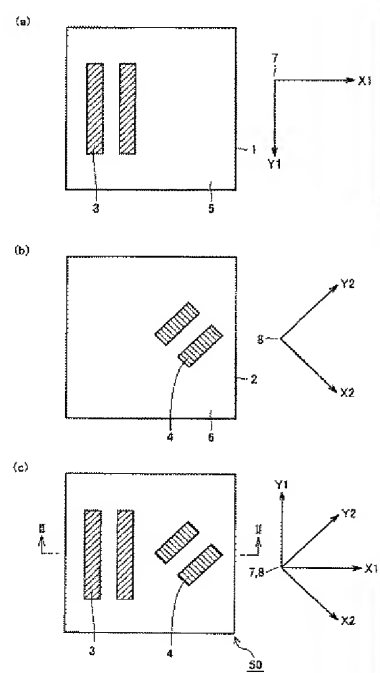
(54) 【発明の名称】 フォトマスクおよびその製造方法ならびに電子デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】縦横パターンと斜めパターンとが混在した高精度のフォトマスクを、迅速に低コストで提供する。

【解決手段】フォトマスク50は、第1透明基板1と、その第1透明基板と重ね合わされた第2透明基板2と、第1透明基板1の第2透明基板2と対向する側の第1の面5に形成され、かつ第1の面5における第1の直交座標系7の座標軸方向に沿って延在する第1遮光パターン3と、第2透明基板2の第1透明基板1と対向する側の第2の面6に形成され、かつ第1の直交座標系7の座標軸と鋭角をなすように第2の面6上に延びる座標軸よりなる第2の直交座標系8の座標軸方向に延在する第2遮光パターン4とを備えている。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

第1 透明基板と、

前記第1 透明基板と重ね合わされた第2 透明基板と、

前記第1 透明基板の前記第2 透明基板と対向する側の第1 の面に形成され、かつ前記第1 の面における第1 の直交座標系の座標軸方向に沿って延在する第1 遮光パターンと、

前記第2 透明基板の前記第1 透明基板と対向する側の第2 の面に形成され、かつ前記第1 の直交座標系の座標軸と鋭角をなすように前記第2 の面上に延びる座標軸よりなる第2 の直交座標系の座標軸方向に延在する第2 遮光パターンとを備えた、フォトマスク。

【請求項2】

前記第1 透明基板と前記第2 透明基板とが分子間力により固定されている、請求項1 に記載のフォトマスク。

【請求項3】

前記第1 遮光パターンが前記第1 透明基板に埋め込まれている、請求項1 または2 に記載のフォトマスク。

【請求項4】

前記第2 遮光パターンが前記第2 透明基板に埋め込まれている、請求項1 ～3 のいずれかに記載のフォトマスク。

【請求項5】

前記第1 透明基板および前記第2 透明基板の各々にアライメントマークが形成された、請求項1 ～4 のいずれかに記載のフォトマスク。

【請求項6】

前記第1 透明基板の前記第1 の面の背面および前記第2 透明基板の前記第2 の面の背面の少なくともいずれかに形成された位相格子をさらに備えた、請求項1 ～5 のいずれかに記載のフォトマスク。

【請求項7】

前記位相格子は、前記第1 の直交座標系および前記第2 の直交座標系の少なくともいずれかの座標軸に沿った縞模様または市松模様の平面形状を有している、請求項6 に記載のフォトマスク。

【請求項8】

前記第1 透明基板と前記第2 透明基板とが互いに着脱自在に構成されている、請求項1 ～7 のいずれかに記載のフォトマスク。

【請求項9】

第1 透明基板の第1 の面に第1 直交座標系の座標軸方向に沿って延在する第1 遮光パターンを形成するために、前記第1 透明基板を第1 の角度状態に設定して描画する第1 描画工程と、

第2 透明基板の第2 の面に前記第1 の直交座標系の座標軸と鋭角をなすように前記第2 の面上に延びる座標軸よりなる第2 の直交座標系の座標軸方向に沿って延在する第2 遮光パターンを形成するために、前記第2 透明基板を前記第1 の角度状態から回転させた第2 の角度状態に設定して描画する第2 描画工程と、

前記第1 の面と前記第2 の面とを向かい合わせて前記第1 透明基板と前記第2 透明基板とを重ね合わせる重ね合わせ工程とを備えた、フォトマスクの製造方法。

【請求項10】

前記第1 描画工程と前記第2 描画工程とが同時並行におこなわれる、請求項9 に記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項11】

前記第1 遮光パターンを検査する第1 遮光パターン検査工程と、

前記第2 遮光パターンを検査する第2 遮光パターン検査工程とをさらに備え、

前記第1 遮光パターン検査工程と前記第2 遮光パターン検査工程とが同時並行におこな

われる、請求項9または10に記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項12】

前記重ね合わせ工程が真空チャンバー内でおこなわれる、請求項9～11のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項13】

請求項1～8のいずれかに記載の前記フォトマスクを用いてパターンが形成されること
【発明の詳細な説明】バイスの製造方法。

【技術分野】

【0001】

本発明は、フォトマスクおよびその製造方法ならびに電子デバイスの製造方法に関し、特に、縦横パターンと斜めパターンとが混在したフォトマスクおよびその製造方法ならびに電子デバイスの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、半導体素子等を製造する際に、フォトマスクのパターン像を、投影光学系を介して感光性基板としてのフォトレジストが塗布されたウエハ（またはガラスプレートなど）上に投影する投影露光装置が使用されている。これまで、露光装置では露光領域の面積化が求められてきた。一度に n 個のチップを露光できれば、露光工程のスループットが n 倍に向上し、最終的にチップコストの削減になるからである。また、大規模集積回路（LSI）を設計するにはチップ面積の縮小が求められてきた。1枚のウエハから製造できる製品の数を増やすことができるため、チップコストが削減できるからである。このような開発スタイルは、少品種大量生産を特徴とするメモリ製品で有効である。メモリ製品では初期投資であるフォトマスクコストよりも、維持費であるウエハコストの比率の方が圧倒的に高いので、フォトマスクよりもウエハコストを下げて大量生産の方が産業としては効果的だからである。

【0003】

しかし、多品種少量生産が特徴である特定用途向け集積回路（ASIC）製品では状況が異なる。製品を大量に生産するわけではないので、量産効果はあまり期待できないのである。平均的なASIC製品の生涯コスト構造を見積もると、初期投資であるフォトマスクコストと維持費であるウエハコストの比率はほぼ同等である。このように、初期投資であるフォトマスクコストも、あながち無視できないのがASIC製品の特徴である。そこで、マスクプロセスの加工精度を維持または向上させると同時に、フォトマスクコストを削減する技術が必要である。

【0004】

マスクプロセスのコスト構造を見ると、圧倒的に大きな比率を占めるのは、パターンの描画工程と検査工程とである。遮光膜の成膜工程やレジスト膜の塗布現像工程はフォトマスクを一括して処理できるが、描画工程と検査工程とでは微細パターンのひとつひとつを、描画や検査する必要があるからである。さらに、近年のLSIの高集積化に伴い、フォトマスク上の微細パターンが指数関数的に増えているため、この傾向はさらに顕著なものとなってきている。

【0005】

また、マスク描画装置やマスク検査装置は、高い精度が求められるため、装置自体の価格も高いので、原価償却の済んでいない新しい装置を使う場合に必要な償却費も決して無視できない。

【0006】

本発明者は、上記のような技術や事業上の課題に対して、たとえば、2枚の透明基板のおおのに遮光パターンを形成し、その形成面側を対向させて重ね合わせることにより構成されるフォトマスクの発明などをおこなってきた（特許文献1参照）。

【0007】

ところで、半導体素子などの電子デバイスの素子パターンは、主に縦横方向の細線や矩

形から構成されてきたが、近年、斜め配線を多用する設計であるX-Architectureに関する技術も公開されてきている（特許文献2参照）。この技術では、斜めパターンをLSIに使うことで、LSIの面積縮小や、電気抵抗の減少に伴う動作速度向上などの利点がある。

【0008】

よって、斜め配線形成時に使用できるフォトマスクの作製技術が求められることとなる。斜め方向に延在する遮光パターンを精度よく描画する方法であるが、たとえばラスタ方式の電子線描画により行なう場合、縦横方向の直交軸に沿った辺からなる正方形のグリッドにおいて、各グリッドを描画するか否かを、オンオフ制御することにより近似的に行なうことができ、さらに電子線の照射量を調整しながらおこなえば、より精度を上げることができる（特許文献3参照）。

【特許文献1】特開2005-3949号公報

【特許文献2】特開2001-142931号公報

【特許文献3】特開2001-318455号公報（第16頁、図14）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1の技術は、縦横パターンと斜めパターンとが混在することにより起因する特有の課題を解決するものではない。以下にこの点を詳述する。

【0010】

一般的に、縦横パターンと斜めパターンとでは、両パターンとも同じ装置で描画や検査がなされる。このため、特許文献1のように2枚の透明基板のおおのに遮光パターンが形成され、その形成面側が対向するように重ね合わされるマスク製造方法を用いるにしても、1枚の透明基板に対して形成される遮光パターンに縦横パターンと斜めパターンとが混在する場合は、両パターンとも同じ装置で描画や検査がされる点は何ら変わらない。よって、縦横パターンと斜めパターンとを、同時並行に描画または検査することはできない。

【0011】

また、斜めパターンが描画される際には、まず斜め線を含む図形がマスク描画装置の最小グリッドの短冊状に分割され、その一つ一つが描画される。このように多数の短冊データが作成される結果、描画ファイルが膨大になって、ディスクの容量を超える可能性がある。また、前述したように、ひとつひとつの短冊データが処理されなければならないことから、描画時間や検査時間が長くなる。この結果、納期の長期化と、装置の占有にともなうコストの増大とが生じる。さらに、工程の長時間化により、装置のドリフト現象の影響が、より多く生じることとなる。たとえば、電子線を用いたパターン描画や検査において、レジストなど絶縁体部分の帯電量が経時的に増大し、工程途中で電子軌道が想定外に変動してしまうことなどが、代表的なドリフト現象である。このドリフト現象は、パターン長手方向の寸法精度の低下を引き起こす。

【0012】

また、フォトマスクの製造後に、縦横パターンと斜めパターンとのいずれか一方について、欠陥が発見されたりあるいはパターン変更が必要になったりした場合、これまでの方法では、両パターンとも再作成されなければならないという問題点もある。

【0013】

また、前述したX-Architectureに関する技術（特許文献2参照）は、その重要な構成要素である斜めパターンを形成すること自体の困難を克服するものではなかった。

【0014】

また、前述した、斜め方向に延在する遮光パターンを形成するための描画方法（特許文献3参照）により斜めパターンが描画された場合は、斜めパターンの線幅精度が低くなるという課題があった。なぜならば、斜め方向に延在するパターンは、縦横方向に沿ったグ

リッドを単位として分割されて処理されるからである。また特許文献3には、描画の際に、電子線の照射量が制御されることで線幅が調整されることも開示されている。しかしその場合、描画ファイルは照射量情報も含むものとなり、元来膨大であった斜めパターンに関する描画ファイルが、さらに膨大になるという課題もあった。

【0015】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、縦横パターンと斜めパターンとが混在するフォトマスクにおいて、縦横パターンと斜めパターンとを同時並行に描画でき、また描画ファイルを縮小でき、容易に欠陥の修正ができ、さらに斜めパターンの線幅精度を向上できるフォトマスクおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0016】

また本発明は、上記フォトマスクを用いた電子デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明のフォトマスクは、第1透明基板と、第2透明基板と、第1遮光パターンと、第2遮光パターンとを備えている。第2透明基板は、第1透明基板と重ね合わされている。第1遮光パターンは、第1透明基板上の第2透明基板と対向する面に形成されており、第1の直交座標系の座標軸に沿って延在している。第2遮光パターンは、第2透明基板上の第1透明基板と対向する面に形成されており、第1の直交座標系の座標軸と鋭角をなすように第2の面上に延びる座標軸よりなる第2の直交座標系の座標軸方向に延在している。

【0018】

本発明のフォトマスクの製造方法は、第1透明基板の第1の面に第1直交座標系の座標軸方向に沿って延在する第1遮光パターンを形成するために第1透明基板を第1の角度状態に設定して描画する第1描画工程と、第2透明基板の第2の面に第1の直交座標系の座標軸と鋭角をなすように第2の面上に延びる座標軸よりなる第2の直交座標系の座標軸方向に沿って延在する第2遮光パターンを形成するために第2透明基板を第1の角度状態から回転させた第2の角度状態に設定して描画する第2描画工程と、第1の面と第2の面とを向かい合わせて第1透明基板と第2透明基板とを重ね合わせる重ね合わせ工程とを備えている。

【0019】

本発明の電子デバイスの製造方法は、上記フォトマスクを用いてパターンが形成されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明のフォトマスクによれば、第1の直交座標系の座標軸方向に沿う第1遮光パターンと、第2の直交座標系の座標軸方向に沿う第2遮光パターンとが、別々の透明基板上に形成されている。このため、第1遮光パターンと第2遮光パターンとを別々の装置で描画、検査することができ、同時並行に処理することが可能となる。

【0021】

また、第1遮光パターンと第2遮光パターンとが別々の透明基板上に形成されているため、第2遮光パターンの描画時に、第1の直交座標系の座標軸と第2の直交座標系の座標軸とのなす鋭角分だけ第2透明基板が描画装置に対して回転された状態で第2遮光パターンを描画することが可能となる。よって、第1遮光パターンの延在方向と鋭角分だけ異なる方向に延在する第2遮光パターンが、第1遮光パターンの描画時と同様に描画されうる。これにより、第1遮光パターンと第2遮光パターンとの延在方向が異なる場合においても、その描画時に、細かな短冊状に分割された描画データが用いられる必要がなくなり、描画や検査に要する時間が削減される。また、その時間削減により、装置ドリフトの影響が小さくなるので、パターンの長手方向の寸法精度が向上する。また、描画装置や検査装置の占有時間も短くなるため、フォトマスク製造のコストが削減される。さらに、多数の短冊状のデータを作成する必要がなくなることから、描画ファイルのデータ量が削減され

る。また、描画時に、描画グリッドの方向とパターン延在方向とを一致させられるので、パターンの線幅精度が、第1遮光パターンと第2遮光パターンとの双方において高くなる。

【0022】

また、第1の直交座標系の座標軸方向に沿う第1遮光パターンと、第2の直交座標系の座標軸方向に沿う第2遮光パターンとが、別々の透明基板に形成されていることから、一方のパターンについて欠陥やパターン改訂が生じた場合に、一方だけを再作製して交換することも可能となる。

【0023】

本発明のフォトマスクの製造方法によれば、得られるフォトマスクの第2直交座標系は第1直交座標系に対して鋭角分だけ回転した状態にある。しかし、第1の角度状態から回転させた状態で第2遮光パターンが描画される。これにより、第2透明基板を上記鋭角分だけ回転させた状態で描画すれば描画装置に対する第2直交座標系の座標軸方向を、描画装置に対する第1直交座標系の座標軸方向に揃えることができる。よって、第2遮光パターンを第1遮光パターンと同様に描画することができる。これにより、第2遮光パターンの描画時に第2遮光パターンを短冊状のデータにする必要がない。よって、描画ファイルのデータ量を縮小することができる。

【0024】

本発明の電子デバイスの製造方法によれば、第1の直交座標系の座標軸に沿ったパターンと、第2の直交座標系に沿ったパターンとが混在する場合も、そのパターンは、低コストで、短納期で、精度よく形成される。よって、第1の直交座標系の座標軸に沿ったパターンと第2の直交座標系の座標軸に沿ったパターンとが混在する電子デバイスが、低コストで、短納期で、寸法精度よく製造される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

(実施の形態1)

図1(a)～(c)は、本発明の実施の形態1におけるフォトマスクの構成を概略的に説明するための説明図である。これらの図において、図1(a)は、第1透明基板1の平面図を、図1(b)は、第2透明基板2の平面図を示す。また、図1(c)は、第1透明基板1と第2透明基板2とを重ね合わせた場合のパターンの配置状態を示す平面図である。

【0026】

まず、図1(a)に示すように、たとえば正方形形状の第1透明基板1の主面のひとつである第1の面5の上には、第1遮光パターン3が形成されている。ここで、第1の面5上の座標を把握するために、正方形形状の第1透明基板1の平面形状の外形の辺に沿った直交座標軸X1とY1とを有する第1の直交座標系7を導入する。X1軸を図中時計回りに90度回転させた方向がY1軸となる。第1遮光パターン3は、座標軸Y1に沿って延在している。なお、第1遮光パターン3は座標軸X1に沿って延在していてもよく、座標軸X1に沿う部分と座標軸Y1に沿う部分とを有しても良い。このように基板の平面形状の外形の辺に沿って延在するパターンを本明細書では縦横パターンとも称する。

【0027】

また、図1(b)に示すように、たとえば正方形形状の第2透明基板2の主面のひとつである第2の面6の上には、第2遮光パターン4が形成されている。ここで、第2の面6上の座標を把握するために、直交座標軸X2とY2とを有する第2の直交座標系8を導入する。座標軸の方位についてであるが、先ほどの第1の直交座標系7との対比で述べると、第2の直交座標系8の座標軸X2、Y2は第1の直交座標系7の座標軸X1、Y1と鋭角をなしている。X2軸は、X1軸を図中時計回りにたとえば45度回転させた方向である。またY2軸は、Y1軸を反転させた上で時計回りにたとえば45度回転させた方向である。第2遮光パターン4は、座標軸Y2に沿って延在している。なお、第2遮光パターン

4は座標軸X2に沿って延在していてもよく、座標軸X2に沿う部分と座標軸Y2に沿う部分とを有していても良い。このように基板の平面形状の外形の辺に対して鋭角を成す方向に延在するパターンを本明細書では斜めパターンとも称する。

【0028】

そして、図1(a)に示す第1透明基板1と、図1(b)に示す第2透明基板2とが重なり合う構成となることにより、パターンの配置状態の平面図が図1(c)に示す状態となるフォトマスク50が構成される。ここで、第1透明基板1は図1(a)の状態から表裏を引っ繰り返したうえで、図1(b)に示す状態の第2透明基板上に重ね合わされている。結果、第1の面5と第2の面6とが対向する状態となる。また、第1透明基板1の表裏を引っ繰り返したことにより、Y1軸が反転する。

【0029】

図2は、本発明の実施の形態1におけるフォトマスクの、図1(c)のI-I線に沿う概略断面図である。第1透明基板1の第1遮光パターン3が形成された第1の面5と、第2透明基板2の第2遮光パターン4が形成された第2の面6とが対向するように、第1透明基板1と第2透明基板2とがたとえば分子間力により固定されている。なお図2においては、第1遮光パターン3および第2遮光パターン4の厚みを誇張して描いているが、実際は第1透明基板1や第2透明基板2に比して十分に薄いものであり、第1の面5と第2の面6とはほぼ平滑面である。よって、第1透明基板1と第2透明基板2とを重ね合わせて接触させるだけで、固定に必要な分子間力が作用する。

【0030】

次に、上記のフォトマスクの製造方法について説明する。

図3(a)～(f)は、本発明の実施の形態1におけるフォトマスクの製造方法を工程順に示す概略断面図である。なお、図3(a)～(e)において、左側の列は第1透明基板1に関する工程を、右側の列は第2透明基板2に関する工程を示している。

【0031】

図3(a)に示すように、第1透明基板1の第1の面5と第2透明基板2の第2の面6とのそれぞれに、遮光膜51が成膜される。この成膜は、たとえば、蒸着法、スパッタ法、CVD(Chemical Vapor Deposition)法などにより実施することができる。

【0032】

図3(b)に示すように、第1透明基板1および第2透明基板2の各々において、遮光膜51の上にフォトレジスト52が塗布される。レジストの塗布は、たとえばスピンコートにより行なわれる。

【0033】

図3(c)に示すように、フォトレジスト52にパターニングが施される。このレジストのパターニングは、たとえば電子線描画による露光工程と、それに続く現像工程とにより行なわれる。この描画方法の詳細は後述する。その後、パターニングされたフォトレジスト52をマスクとして、遮光膜51がエッチングされる。このエッチングは、たとえばIBE(Ion Beam Etching)やRIE(Reactive Ion Etching)などのドライエッチング法や、ウェットエッチング法により行なわれる。

【0034】

図3(d)に示すように、上記のエッチングにより遮光膜51がパターニングされて、第1透明基板1の上には第1遮光パターン3が、第2透明基板2の上には第2遮光パターン4が、それぞれ遮光膜51から形成される。なお、本図では第1透明基板1や第2透明基板2がオーバーエッチングされていないが、必要に応じてオーバーエッチングが行なわれてもよい。続いて、フォトレジスト52の剥離が行なわれる。

【0035】

図3(e)に示すように、第1透明基板1の第1の面5上に第1遮光パターン3が形成され、第2透明基板2の第2の面6上に第2遮光パターン4が形成される。続いて、第1透明基板1と第2透明基板2とが、重ね合わされる。

【0036】

図3 (f) に示すように、第1透明基板1の第1の面5と、第2透明基板2の第2の面6とが互いに対向するように、かつ第1透明基板1と第2透明基板2とが形状がちょうど重なり合わされるように第1透明基板1と第2透明基板2とが重ね合わされる。この重ね合わせはたとえば真空中で行なわれるが、その詳細は後述する。これにより、図1に示すフォトマスク50が製造される。

【0037】

上記の第1透明基板1と第2透明基板2との重ね合わせは、たとえば図4に示すように真空チャンバ17内で行なわれる。具体的には、第1遮光パターン3が形成された第1の面5と、第2遮光パターン4が形成された第2の面6とが対面するように、第1透明基板1と第2透明基板2とが真空チャンバ17内に収納され、真空チャンバ17内が排気され真空度が高められた後に、第1透明基板1と第2透明基板2とが重ね合わされて互いに分子間力で固定される。気相や液相中で重ね合わせが行なわれると、基板間に残留している気体や液体が抜けていくときに、重ね合わせずれが発生しやすくなってしまう。しかし、真空中ではこのずれが抑制される。

【0038】

次に、図3 (b) 、 (c) に示したフォトレジストのパターニング工程について、詳述する。

【0039】

図5は、第1透明基板のレジスト塗布された第1の面に対して、描画装置により露光が行なわれている様子を示す概略斜視図である。図5に示すように、描画装置としては、たとえば電子線マスク描画装置53が用いられる。この電子線マスク描画装置53は、LaB6電子銃84と、可変成形レンズ部82と、収束変更レンズ部83とを主に有している。電子線マスク描画装置53においては、LaB6電子銃84から放出された電子は、第1成形アパーチャ85、第1成形レンズ86、第1成形偏向器87、第2成形レンズ88、第2成形アパーチャ89、縮小レンズ90、ブランキング電極91、偏向器92、および収束レンズ93を順に通過して、描画すべき基板面に至る。この際、第1透明基板1は、基板ステージ54によって第1の角度状態14の状態に支持されている。

【0040】

図6は、第2透明基板上のレジスト塗布された第2の面に対して、描画装置により露光が行なわれている様子を示す概略斜視図である。描画装置の構成は、図5に示したものと同様であるため、同一の要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0041】

異なる点は、図5に示す第1透明基板1の第1の角度状態14から回転された第2の角度状態15に第2透明基板2が設定されて、描画が行われる点である。

【0042】

第1角度状態 (図5) から第2角度状態 (図6) に回転される手法としては、たとえば、図6に示すように基板ステージ54が回転駆動される手法がある。この手法では、基板ステージ54上に第2透明基板2が載置された後に、基板ステージ54が回転駆動されることで、第2の角度状態15に第2の面6が設定される。

【0043】

また、他の手法として図7に示すように第2透明基板2を第1の角度状態14から所定角度回転させた第2の角度状態15となるように基板ステージ54上に載置する手法がある。この場合、たとえば、真空チャック、静電チャック、機械式チャックにより第2透明基板2が基板ステージ54に固定される。

【0044】

次に、本実施の形態のフォトマスクを用いた電子デバイスの製造方法について説明する。

【0045】

図8は、本発明の実施の形態1におけるフォトマスクを用いた露光の様子を示す図である。図8に示すように、ランプハウス56から発せられた光は、ミラー57によって反射

された後、集光レンズ60通過後にフライアイレンズ58、アパーチャ59、集光レンズ60、ブラインド61、集光レンズ60、ミラー57、および集光レンズ60を順に通過した後、本実施の形態のフォトマスク50に至る。フォトマスク50を透過した光は、集光レンズ60、瞳面62、および集光レンズ60を経て、電子デバイス形成基板64に至る。

【0046】

電子デバイス形成基板64としては、たとえば、表面にフォトレジストが塗布されたシリコンウエハなどが用いられる。

【0047】

図9～12は、本発明の実施の形態1におけるフォトマスクを用いた電子デバイスの製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【0048】

図9に示すように、電子デバイス形成基板64上に、薄膜71とフォトレジスト52とが順に形成される。電子デバイス形成基板64としては、たとえばシリコン基板などが用いられ、その表面に、たとえば、スパッタ法、蒸着法、CVD法などにより薄膜71が形成され、続いてスピコート法により、フォトレジスト52が塗布されることにより、本図の状態が得られる。そして、フォトレジスト52に対して、図8に示した本実施の形態のフォトマスク50を用いて露光が行なわれ、続いて現像が行なわれることでフォトレジスト52がパターンニングされる。

【0049】

図10に示すように、このフォトレジスト52のパターンをマスクとして、薄膜71のエッチングが行なわれる。このエッチングは、たとえばIBEやRIEなどのドライエッチング法や、ウェットエッチング法により行なわれる。

【0050】

図11に示すように、上記のエッチングにより薄膜71がパターンニングされる。このエッチングは薄膜71と電子デバイス形成基板64との界面部で停止されている。なお、電子デバイス形成基板64がオーバーエッチングされたり、あるいは界面部の手前でエッチングが止められたりすることも、必要に応じて行なわれる。続いてフォトレジスト52が除去される。

【0051】

図12に示すように、レジスト除去が完了し、電子デバイス形成基板64の上に薄膜71のパターンが形成される。以上により、本実施の形態のフォトマスクのパターンに対応した薄膜パターンを有する電子デバイスが製造される。

【0052】

次に、上記の方法により得られた電子デバイスの構成について説明する。

図13は、本発明の実施の形態1における電子デバイスの製造方法により得られた電子デバイスを示す概略斜視図である。電子デバイス形成基板64上に、縦横方向に延在するパターンと斜め方向に延在するパターンとが混在した、薄膜71のパターンが形成されている。縦横方向に延在するパターンは電子デバイス形成基板64の外形の辺と略同一方向に延在している。また、斜め方向に延在するパターンは電子デバイス形成基板64の外形の辺と鋭角（たとえば30度、45度、60度）をなす方向に延在している。この縦横方向に延在するパターンは、図1(c)のフォトマスク50の第1遮光パターン3が転写されたものであり、斜め方向に延在するパターンは第2遮光パターン4が転写されたものである。

【0053】

この縦横方向に延在するパターンの線幅と斜め方向に延在するパターンの線幅とは同一にすることができる。たとえば、縦横方向に延在するパターンの線幅をその設計ルールにおける最小加工寸法とする場合、斜め方向に延在するパターンもその最小加工寸法とすることができる。

【0054】

本実施の形態によれば、図1に示すように第1遮光パターン3を第1透明基板1の第1の面5上に、第2遮光パターン4を第2透明基板2の第2の面6上にそれぞれ別々に形成することができる。このため、第1遮光パターン3と第2遮光パターン4とを別々の装置で描画、検査でき、同時並行に処理することが可能となる。特に図5、6に示すように2台の描画装置を用いて2つの透明基板1、2を同時並列に処理することを並列描画という。このとき、装置の延べ占有時間は同じなのでコストは従来と同じであるが、処理時間を1/2と大幅に削減することができる。このため、描画工程のスループットを大幅に向上することができる。

【0055】

また、第1遮光パターン3と第2遮光パターン4とが別々の透明基板1、2上に形成されているため、たとえば図5および図6に示すように描画装置に対する第1透明基板1の角度状態(図5)と描画装置に対する第2透明基板2の角度状態(図6)とを変更することができる。このとき、第1遮光パターン3の第1直交座標系7の座標軸と第2遮光パターン4の第2直交座標系8の座標軸とは、鋭角をなしているため、その鋭角分だけ第2透明基板2を描画装置に対して回転させれば、描画装置に対する第2直交座標系8の座標軸方向を、描画装置に対する第1直交座標系7の座標軸方向に揃えることができる。これにより、第1直交座標系7の座標軸方向と第2直交座標系8の座標軸方向との双方を、描画装置における描画グリッドの整列方向と同じにすることができる。このため、第1および第2遮光パターン3、4のいずれの描画時においても描画データが短冊状のデータになることはなく、それゆえ描画ファイルのデータ量を縮小することができる。以下、そのことを詳細に説明する。

【0056】

図14は、フォトマスクの描画に用いられる描画装置が、描画装置の描画グリッドに対して斜め方向のパターンを描画する際の描画データの局所的拡大図を示す。図14に示すように、描画装置の描画グリッド72の整列方向に対して遮光パターンの設計データ74が斜めに延在している場合、その設計データ74と重複領域を持つ描画グリッド(図中ハッチングを入れた描画グリッド)が描画データ73に変換される。この描画データ73は短冊状のパターンの集まりとなり、その外縁は図中太線で示すようにギザギザ形状となる。このため、このギザギザ形状の描画データの最大線幅は一点鎖線で示す最大線幅75となり、設計データ74の線幅よりも大きくなる。

【0057】

一方、図15に示すように、描画装置の描画グリッド72の整列方向に沿って設計データ76が延在している場合も、その設計データ76と重複領域を持つグリッド(図中ハッチングを入れたグリッド)が描画データ73に変換される。この場合、この描画データ73の外縁は図中太線で示すように直線状となり、この描画データ73の線幅は図14に示す描画データ73の線幅よりも小さくなる。

【0058】

本実施の形態では、上述したように、第1直交座標系7の座標軸方向と第2直交座標系8の座標軸方向とを、描画装置における描画グリッドの整列方向と同じにすることができる。このため、図15に示すように、描画データ73の外縁は直線状となり、図16に示すようなギザギザ形状にはならない。よって、第1および第2遮光パターン3、4のいずれの描画時においても描画データが短冊状になることはなく、描画ファイルのデータ量を縮小することができる。

【0059】

上記のように描画ファイルのデータ量を縮小できるため、描画や検査に要する時間が削減される。また、その時間削減により、装置ドリフトの影響が小さくなるので、パターンの長手方向の寸法精度が向上する。また、描画装置や検査装置の占有時間も短くなるため、フォトマスク製造のコストが削減される。また、描画時に、描画グリッドの方向とパターン延在方向とを一致させられるので、パターンの線幅精度が、第1遮光パターン3と第2遮光パターン4との双方において高くなる。

【0060】

また、第1の直交座標系7の座標軸方向に沿う第1遮光パターン3と、第2の直交座標系8の座標軸方向に沿う第2遮光パターン4とが、別々の透明基板1、2に形成されていることから、一方のパターンについて欠陥やパターン改訂が生じた場合に、一方だけを再作製して交換することも可能となる。

【0061】

また、図1(c)に示す第1遮光パターン3と第2遮光パターン4とが、共に、たとえば図15に示す方法で描画されるため、その線幅を同じにすることができる。以下、そのことを、第1遮光パターン3および第2遮光パターン4を同一透明基板上に形成する場合と比較して説明する。

【0062】

仮に、第1遮光パターン3および第2遮光パターン4が同一透明基板上に形成される場合、第1遮光パターン3の延在方向を描画グリッドの整列方向に合わせると、第2遮光パターン4の延在方向が描画グリッドの整列方向に対して斜めとなる。このため、第1遮光パターン3の線幅は図15に示す線幅76に対応するのに対し、第2遮光パターン4の線幅は図14に示す最大線幅75を有する線幅に対応することになる。よって、この場合には、第1遮光パターン3の線幅と第2遮光パターン4の線幅とを同じにすることはできない。また、第1遮光パターン3の外縁が直線状となるのに対し、第2遮光パターン4の外縁はギザギザ形状となる。

【0063】

一方、本実施の形態では第1遮光パターン3と第2遮光パターン4とを別々に形成することができるため、上述のように第1遮光パターンと第2遮光パターン4との双方の延在方向を図15に示すように描画グリッドの整列方向に揃えることができる。よって、第1遮光パターン3の線幅と第2遮光パターン4の線幅との双方を同じ線幅とすることができる。また、第1遮光パターン3および第2遮光パターン4の外縁はいずれも直線状となる。

【0064】

また、第1遮光パターン3の線幅と第2遮光パターン4の線幅とを同じにすることができるため、このフォトマスク50を用いて図9～図12の工程を経て形成された図13の電子デバイスにおいては、縦横パターンの線幅をその設計ルールにおける最小加工寸法にした場合、斜めパターンの線幅も同じ最小加工寸法にすることができる。

【0065】

なお、本実施の形態においては、電子デバイス形成基板上に形成された薄膜に対して加工が行なわれたが、薄膜を形成せずにエッチングが行なわれることで、電子デバイス形成基板自体にパターンを施すことも可能である。

【0066】

(実施の形態2)

フォトマスク作製中に欠陥が発生し、局所的な修正では対処不能である場合や、フォトマスク作製後にパターンの設計変更(改訂)が生じた場合、フォトマスクを作り直す必要がある。実際の製品開発においては、このようなトライアンドエラーが何度も繰り返されている。このため、フォトマスクの再作製工程が必要となる。

【0067】

図16～18は、本発明の実施の形態2におけるフォトマスクの再作製の第1～3工程を示す概略断面図である。これらの図を参照して、第2遮光パターンについて再作製が必要となった場合のフォトマスク再作製工程について説明する。

【0068】

図16に示すように、再作製前においては、フォトマスク50を構成する第1透明基板1と第2透明基板2とが、第1遮光パターン3および第2遮光パターン4の存する面に対向して重なりあっている。フォトマスクの再作製にあたり、まずこの両基板同士が分離される。

【0069】

図17に示すように、上記分離の後、たとえば第2透明基板2の再作製が行なわれる。また、再作製は第1透明基板1について行われてもよく、第1透明基板1および第2透明基板2の双方について行われてもよい。この時、パターン欠陥への対処であれば、当初と同一のデータにて、たとえば第2遮光パターン4が再作製される。パターン改訂の場合は、改訂後の描画データにて、たとえば第2遮光パターン4が再作製される。たとえば第2遮光パターン4のみが再作製される場合、図17には図示されていないが、パターン再作製の必要がない第1透明基板1は保存されている。

【0070】

図18に示すように、保存されていた第1透明基板1と、再作製された第2透明基板2とが、第1遮光パターン3が形成された面と第2遮光パターン4が形成された面とが対向するように重ね合わされる。以上で、フォトマスク50が再作製される。

【0071】

なお、上述した実施の形態においては、第2遮光パターンに問題がある場合について説明したが、第1遮光パターンに問題がある場合は第1透明基板1側について再作製が行なわれる。

【0072】

従来のフォトマスクでは縦横パターンと斜めパターンとが1枚の透明基板上に混在していた。このため、従来のフォトマスクの再作製方法では、たとえ縦横パターンか斜めパターンのいずれか一方だけの欠陥であっても、それが致命的なものであれば、縦横パターンと斜めパターンとを一括して再描画する必要があった。一方、本実施の形態では縦横パターンと斜めパターンとが別々の透明基板1、2上に形成されている。このため、縦横パターンか斜めパターンのうち欠陥がある方だけを再描画すればよい。従って、フォトマスクの修正や設計変更に要する費用や工期を削減することができる。

【0073】

(実施の形態3)

実施の形態2で説明したフォトマスクの修正または改訂の際に、第1透明基板1と第2透明基板2とを分離させたり重ね合わせたりする工程は、好ましくは真空チャンバ中で行なわれる。真空チャンバとしては、図4に示すように、実施の形態1と同様のものを使用することができる。

【0074】

仮に、気相や液相中で2枚の基板が重ね合わされる場合、基板の間に残留している気体や液体が抜けていくときに位置ずれが発生しやすくなってしまう。もし、真空中で作業が行なわれれば、第1透明基板1と第2透明基板2との間に物質が存在しないので、位置ずれが発生しにくい。よって、基板間のアライメントが容易となる。

【0075】

また、2枚の透明基板1、2が分離される工程が真空中で行なわれれば、大気圧に妨げられることなく分離が行なわれる。

【0076】

したがって、第1透明基板1と第2透明基板2とが分子間力により固定される場合などのように、両基板が密着される場合は、第1透明基板1と第2透明基板2とが取り外されたり組み立てられたりする作業の雰囲気は、真空中が特に好ましいものとなる。

【0077】

(実施の形態4)

本実施の形態は、実施の形態1と基本的には同様であるが、第1透明基板1と第2透明基板2とに、両基板1、2を精度よく重ね合わせるための、アライメントマークが形成されている点で異なる。

【0078】

図19は、本発明の実施の形態4におけるフォトマスクにアライメントマークが形成された構成を概略的に示す平面図である。たとえば、本図に示すように、第1透明基板1の

四隅に十字状のアライメントマーク 9 が形成されている。なお、第 2 透明基板 2 にも図 1 9 と同様のアライメントマークが形成されている。このアライメントマーク 9 が参照されることにより、第 1 透明基板 1 と第 2 透明基板 2 とを精度よく重ね合わせることができる。

【0079】

なお、これ以外の本実施の形態は、上述した実施の形態 1 の構成とほぼ同じであるため、同一または相当の要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0080】

また、フォトマスクは電子デバイスが形成されるウエハのたとえば 4 ～ 5 倍の拡大倍率で製造されるので、フォトマスクのアライメント精度もウエハのたとえば 4 ～ 5 倍の粗い精度で済む。

【0081】

(実施の形態 5)

本実施の形態は、実施の形態 1 と基本的には同様であるが、第 1 遮光パターンと第 2 遮光パターンが、それぞれ第 1 透明基板と第 2 透明基板に埋め込まれている点が異なっている。

【0082】

図 2 0 は、本発明の実施の形態 5 におけるフォトマスクの構成を概略的に示す断面図である。図 2 0 に示すように、第 1 遮光パターン 3 は第 1 透明基板 1 の表面に形成された溝内に充填されている。これにより、第 1 遮光パターン 3 は第 1 透明基板 1 に埋め込まれた構造となっている。また、第 2 遮光パターン 4 は第 2 透明基板 2 の表面に形成された溝内に充填されている。これにより、第 2 遮光パターン 4 は第 2 透明基板 2 に埋め込まれた構造となっている。

【0083】

図 2 1 は本実施の形態の変形例を示す図である。図 2 1 に示すように、第 1 遮光パターン 3 のみが第 1 透明基板 1 に埋め込まれている。なお、第 1 遮光パターン 3 が第 1 透明基板 1 に埋め込まれておらず、第 2 遮光パターン 4 のみが第 2 透明基板 2 に埋め込まれていてもよい。

【0084】

次に、図 2 2 ～ 2 7 を用いて、この埋め込み構造の遮光パターンを得るための製造方法について説明する。

【0085】

図 2 2 ～ 2 7 は、埋め込み構造の遮光パターンを得るための製造方法を工程順に示す概略断面図である。図 2 2 に示すように、第 1 透明基板 1 の表面上にフォトレジスト 5 2 が塗布される。この後、第 1 透明基板 1 上のフォトレジスト 5 2 に露光、現像が行なわれる。

【0086】

図 2 3 に示すように、上記の露光、現像により、第 1 透明基板 1 の上のフォトレジスト 5 2 がパターンニングされる。続いて、このフォトレジスト 5 2 のパターンをマスクとして、第 1 透明基板 1 がエッチングされる。

【0087】

図 2 4 に示すように、上記のエッチングにより、第 1 透明基板 1 上に溝 1 6 が形成される。続いて、フォトレジスト 5 2 が除去される。

【0088】

図 2 5 に示すように、上記のフォトレジスト 5 2 の除去により、第 1 透明基板 1 の表面全体が露出する。

【0089】

図 2 6 に示すように、第 1 透明基板 1 の露出した表面に遮光膜 5 1 が成膜される。これにより、第 1 透明基板 1 の表面の溝 1 6 の中に遮光膜 5 1 が充填され、溝が形成されていない表面にも遮光膜 5 1 が形成される。続いて、溝 1 6 以外の部分に存在する遮光膜 5 1

を除去するために、表面研磨がなされる。

【0090】

図27に示すように、上記の表面研磨により、第1透明基板1の溝16部分のみに遮光膜が残存し、遮光膜51が第1透明基板1の表面にパターン状に埋め込まれる。

【0091】

なお、第2遮光パターンが埋め込まれた第2透明基板も、上記と同様の方法により作製することができる。

【0092】

本実施の形態のような埋め込み構造によると、遮光パターンの機械的耐久性を向上することができる。よって、本実施の形態は、第1透明基板1と第2透明基板2とが分子間力により固定される場合のように、遮光パターンが他の物体と直接接触する場合に特に好ましい。

【0093】

(実施の形態6)

図28(a)～(e)は、本発明の実施の形態6における遮光パターンの並列検査工程を概略的に示す断面図である。以下において、これらの図を参照して並列検査工程を説明する。

【0094】

図28(a)に示すように、検査前のフォトマスクにおいては、第1遮光パターン3の形成面と第2遮光パターン4の形成面同士が対向するように、第1透明基板1と第2透明基板2とが重ね合わされている。検査にあたっては、まず第1透明基板1と第2透明基板2とが分離される。

【0095】

図28(b)に示すように、第1透明基板1と第2透明基板2とが分離されているので、第1遮光パターン3と、第2遮光パターン4とのそれぞれについて、別々にパターン検査がされる。

【0096】

図28(c)に示すように、上述した検査において、たとえば第2遮光パターン4に欠陥が発見された場合、第2遮光パターン4のみの修正作業が行なわれる。修正では不十分である場合は、第2遮光パターン4の再作製が行なわれる。なお、図示していないが、問題のない第1透明基板1は保存されている。

【0097】

図28(d)に示すように、第1遮光パターン3と、第2遮光パターン4との両方が良品であることが検査により確認された後に、第1透明基板1と第2透明基板2とが重ね合わされる。

【0098】

図28(e)に示すように、良品のパターンを有する第1透明基板1と第2透明基板2とが重ね合わされて、欠陥の修正のされたフォトマスク50が得られる。

【0099】

なお、フォトマスクが最初の製造段階にあり、第1透明基板1と第2透明基板2との最初の重ね合わせ以前のパターン検査が行なわれる場合は、図28(b)の状態から検査工程が開始される。

【0100】

また、第1透明基板1と第2透明基板2との分離または重ね合わせは、実施の形態2と同様の理由により、真空中で行われることが好ましい。

【0101】

パターンが検査される図28(b)の工程には、フォトマスク作製全体の半分近い時間とコストがかかる。本実施の形態による遮光パターンの検査によると、図28(b)から(d)までは、2つの透明基板1、2が分離された状態なので、別々に処理することができる。そこで、複数のフォトマスク検査装置を使い、2つの透明基板1、2を同時並列に

処理することができる。これを並列検査という。このとき装置の延べ占有時間は同じなのでコストは従来と同じであるが、処理時間は大幅に削減される。図28の例では、パターンが二分割されているので、処理時間は二分の一となり、検査工程のスループットが大幅に向上する。

【0102】

従来は、フォトマスク検査工程を並列化することができなかった。つまり、1枚のフォトマスク検査は、最初から最後まで1台のフォトマスク検査装置で検査せざるを得なかった。そのため、特殊な事情により特急で作製される必要のあるフォトマスクであっても、作製にともなう検査には所定の時間が必要であるため、特急扱いすることができなかった。本実施の形態によれば、縦横パターンと斜めパターンとを別々のフォトマスク検査装置で同時並行して検査することができる。そのため、特殊な事情により特急の進捗が必要なフォトマスクであっても、早い納期で製造することができる。よって、市場の動向にあわせて各種電子デバイスの生産量が調整されるにあたり、その生産に用いるフォトマスクを迅速に準備することができる。

【0103】

(実施の形態7)

本実施の形態は、基本的には実施の形態1と同様であるが、フォトマスクに位相格子が形成されている点が異なる。なお、これ以外の構成については上述した実施の形態1とほぼ同じであるため、以下の説明においては同一または相当の要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0104】

図29は、本発明の実施の形態7におけるフォトマスクの構成を示す概略断面図である。図29に示すように、第2透明基板2の第2遮光パターン4の形成面と反対の面に位相格子10が形成されている。このため、第2遮光パターン4を経た回折光78が、位相格子10により再度回折され、再回折光79となる。これにより、フォトマスクパターンを斜めから照明するのと同様の効果が得られる。よって、変形照明法の効果が得られるので、解像力が向上し、焦点深度が拡大する。

【0105】

図30は、本実施の形態の変形例であって、フォトマスクの構成を示す概略断面図である。図29に示したフォトマスクとの相違は、位相格子10が、第2透明基板2の面ではなく、第1透明基板1の遮光パターン形成面と反対の面に設けられている点である。この構成によると、位相格子10によりフォトマスクへの入射光80が回折光78とされ、フォトマスクパターンが斜めから照明される。これにより、変形照明法の効果が得られるので、解像力が向上し、焦点深度が拡大する。

【0106】

(実施の形態8)

本実施の形態においては、位相格子の平面形状について説明する。

【0107】

図31および図32は、実施の形態8におけるフォトマスクの位相格子の平面パターン形状を示す概略平面図である。図31に示すように、縞模様状の位相格子10が、第1遮光パターンまたは第2遮光パターンの延在方向を表す座標軸方向11に沿って形成される。

【0108】

あるいは、図32に示すように、市松模様状の位相格子10が、第1遮光パターンまたは第2遮光パターンの延在方向を表す座標軸方向11に沿って形成される。

【0109】

なお、座標軸方向11は、図1に示す第1の直交座標系7および第2の直交座標系8のいずれかの座標軸方向である。

【0110】

(実施の形態9)

本実施の形態は、実施の形態1と基本的に同様であるが、第1透明基板と第2透明基板とを重ね合わせて固定する方法のみが異なる。

【0111】

図33は、本発明の実施の形態7における第1透明基板と第2透明基板との固定方法を示す概略断面図である。実施の形態1では、両基板間に働く分子間力が用いられたが、本実施の形態においては、図33に示すように、第1透明基板1と第2透明基板2とが固定治具77を介して固定される。

【0112】

なお、これ以外の本実施の形態の構成は、上述した実施の形態1の構成とほぼ同一であるため、同一または相当の要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0113】

(実施の形態10)

本実施の形態は、基本的には実施の形態1と同様であるが、描画段階において第1透明基板1と第2透明基板2との上に形成される遮光パターンの延在方向に角度をもたせる代わりに、重ね合わせ段階において第1透明基板1と第2透明基板2との間に角度をもたせるものである。以下に、この相違点に絞って説明を行なう。

【0114】

図34は、本発明の実施の形態10におけるフォトリソマスクを構成する第1透明基板と第2透明基板とを示す概略平面図である。図1(a)と(b)とに示した第1の実施の形態と異なり、本実施の形態10においては、図34に示すように、第1遮光パターン3と第2遮光パターン4とは、基板に対して同一方向に延在している。

【0115】

図35は、本発明の実施の形態10における遮光パターンの配置状態を示す概略平面図である。実施の形態1における図1(c)の場合と異なり、本実施の形態においては、第1透明基板1と第2透明基板2とは、図35のように第1透明基板1の外形形状と第2透明基板2の外形形状とがずれた状態で重ね合わされる。このずれの角度に対応して、第1遮光パターン3の延在する方向と第2遮光パターン4の延在する方向とが鋭角をなす。結果として、実施の形態1と同じく、第1の直交座標系の座標軸方向に延在する第1遮光パターン3と、第1の直交座標系の座標軸方向と鋭角をなす座標軸方向に延在する第2遮光パターン4からなるフォトリソマスクが得られる。

【0116】

なお、本実施の形態によると、図35に示すように、第1透明基板1と第2透明基板2とが重ならない領域が生じ、このような領域は利用することができなくなる。よって、透明基板を広く利用するためには、本実施の形態よりも、前述した実施の形態1のように第1透明基板1の外形形状と第2透明基板2の外形形状とがちょうど重なり合う方法が好ましい。

【0117】

また、実施の形態1に示したように、第1の遮光パターン3と第2の遮光パターン4とを基板に対して異なる方向に延在させると同時に、本実施の形態10に示すように第1透明基板1と第2透明基板2とを角度をもたせて重ね合わせることも可能である。

【0118】

以上、複数の実施の形態を示して、本発明の例示をおこなった。

なお、見やすく図示するために、図中においては第1遮光パターンおよび第2遮光パターンは、形成される基板に対して大きく描かれているが、たとえば、本発明のフォトリソマスクが大規模集積回路の製造に用いられる場合は、その回路パターンに対応して、たとえば約1ミクロンの微細なパターンが何億本も形成されたりする。

【0119】

また、各実施の形態においては、正方形の第1透明基板と第2透明基板とを用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、任意の形状であっても、その方位さえ判別できれば用いることができる。たとえば、方位の判別のためにノッチやオリエンテーションフ

ラットが形成された円形基板も使用可能である。描画工程においては、この方位判別のための形状が参照される。

【0120】

また、第1の直交座標系と第2の直交座標系がなす角度は、0度を越え90度よりも小さい角度の方位差を有していればよい。本発明により、この角度に対応した斜めパターンが精度よく形成されることとなる。

【0121】

また、各実施の形態においては、第1遮光パターンと第2遮光パターンとが重なることなく存在しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、両者が重複して存在してもよい。

【0122】

また、各実施の形態においてはレジストの露光を電子線によりおこなったが、本発明はこれに限定されるものではなく、レーザーやX線など、他のビーム描画技術を用いてもよい。

【0123】

また、各実施の形態においては、第1透明基板上には、第1の直交座標系の座標軸方向に延在する遮光パターンのみが形成され、第2透明基板には、第2の直交座標系の座標軸方向に延在する遮光パターンのみが形成されていたが、本発明はこれに限定されるものではなく、第1透明基板の第1の面の上に、第1遮光パターンに加えて、さらに延在方向の異なるパターンが存在していたり、第2透明基板の第2の面の上に、第2遮光パターンに加えて、さらに延在方向の異なるパターンが存在していたりしてもよい。このような場合であっても、パターンの特定部分に着目すれば、本発明の効果が得られることに変わりはないからである。

【0124】

また、各実施の形態において、フォトリソが使用される場合に、光が第1透明基板から第2透明基板へと進行する形態を示したが、フォトリソ全体を引っ繰り返して、光が第2透明基板から第1透明基板へと進行するようにしてもよい。

【0125】

また、本発明の電子デバイスの製造方法により製造される電子デバイスの一例としては、半導体素子がある。本発明による半導体素子は、斜め配線が設計上自由に使用されることで、半導体素子のチップ面積が縮小し、製造コストが削減される。同時に、配線長が短くて済むので、電気抵抗が小さくなり、配線同士のクロストークも少なくなるなど、半導体素子としての性能も向上する。

【0126】

電子デバイスの他の例としては、斜め配線を有する液晶表示素子がある。通常は、縦横パターンのみで形成されるため、直交格子状の液晶表示素子が一般的である。しかし、本発明の製造方法により製造される液晶表示素子は、斜め配線も十分な加工精度をもっているため、高い寸法精度を有する面心格子状の液晶表示素子が得られる。面心格子の方が、直交格子よりも密度が高いため、画質が向上する。

【0127】

電子デバイスの他の例としては、斜め配線を有する撮像素子がある。通常は縦横の配線のみで形成されるため、直交格子状の撮像素子が一般的である。しかし、本発明の製造方法による撮像素子は、斜め配線も十分な加工精度をもっているため、高い寸法精度を有する面心格子状の撮像素子とすることができる。面心格子のほうが直交格子よりも密度が高いため、画質が向上する。

【0128】

電子デバイスの他の例としては、八角形をベースとした薄膜コイルを備えた磁気ヘッドがある。通常は、縦横の配線のみで形成されるため、四角形をベースにしたコイルが形成されている。しかし、本発明にかかる磁気ヘッドは、斜め配線であっても十分な加工精度を有し、八角形をベースとしたコイルを磁気ヘッドに形成できる。四角形よりも八角形の

方が円に近い、データの書き込みや読み出しエラーが発生しにくくなる。

【0129】

なお、本発明の電子デバイスは上記に限るものではなく、第1の直交座標系の座標軸方向に延在するパターンと、第2の直交座標系の座標軸方向に延在するパターンとが混在した電子デバイスであって、両パターンが共に微細であり寸法精度が求められるような電子デバイスであればよい。

【0130】

以上、今回開示された各実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることを意図される。

【産業上の利用可能性】

【0131】

本発明は、縦横パターンと斜めパターンとが混在したフォトマスクおよびその製造方法、ならびに縦横パターンと斜めパターンとが混在した電子デバイスの製造方法に特に有利に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0132】

【図1】本発明の実施の形態1におけるフォトマスクの構成を概略的に説明するための説明図である。

【図2】本発明の実施の形態1におけるフォトマスクの構成を概略的に示す断面図である。

。

【図3】本発明の実施の形態1におけるフォトマスクの製造方法を概略的に示す断面図である。

【図4】本発明の実施の形態1におけるフォトマスクの製造方法において、第1透明基板と第2透明基板とを真空チャンバ内で重ね合わせる様子を模式的に示す断面図である。

【図5】本発明の実施の形態1におけるフォトマスクの製造方法において、第1透明基板へのマスク描画装置による描画の様子を概略的に示す斜視図である。

【図6】本発明の実施の形態1におけるフォトマスクの製造方法において、第2透明基板へのマスク描画装置による描画の様子を概略的に示す斜視図である。

【図7】本発明の実施の形態1の変形例であって、基板ステージに基板を載せる状態を概略的に示す平面図である。

【図8】本発明の実施の形態1における電子デバイスの製造方法による露光工程の様子を概略的に示す断面図である。

【図9】本発明の実施の形態1における電子デバイスの製造方法の第1工程を概略的に示す断面図である。

【図10】本発明の実施の形態1における電子デバイスの製造方法の第2工程を概略的に示す断面図である。

【図11】本発明の実施の形態1における電子デバイスの製造方法の第3工程を概略的に示す断面図である。

【図12】本発明の実施の形態1における電子デバイスの製造方法の第4工程を概略的に示す断面図である。

【図13】本発明の実施の形態1における電子デバイスを概略的に示す斜視図である。

【図14】描画装置の描画グリッドに対して斜めに延在する描画データの概略的な局所的拡大図である。

【図15】描画装置の描画グリッドに沿って延在する描画データの概略的な局所的拡大図である。

【図16】本発明の実施の形態2におけるフォトマスクの再作製の第1工程を概略的に示す断面図である。

【図17】本発明の実施の形態2におけるフォトマスクの再作製の第2工程を概略的に示す

断面図である。

【図18】本発明の実施の形態2におけるフォトマスクの再作製の第3工程を概略的に示す断面図である。

【図19】本発明の実施の形態4におけるアライメントマークを概略的に示す平面図である。

【図20】本発明の実施の形態5におけるフォトマスクを概略的に示す断面図である。

【図21】本発明の実施の形態5におけるフォトマスクの変形例を概略的に示す断面図である。

【図22】本発明の実施の形態5におけるフォトマスクの製造方法の第1工程を概略的に示す断面図である。

【図23】本発明の実施の形態5におけるフォトマスクの製造方法の第2工程を概略的に示す断面図である。

【図24】本発明の実施の形態5におけるフォトマスクの製造方法の第3工程を概略的に示す断面図である。

【図25】本発明の実施の形態5におけるフォトマスクの製造方法の第4工程を概略的に示す断面図である。

【図26】本発明の実施の形態5におけるフォトマスクの製造方法の第5工程を概略的に示す断面図である。

【図27】本発明の実施の形態5におけるフォトマスクの製造方法の第6工程を概略的に示す断面図である。

【図28】本発明の実施の形態6における遮光パターンの並列検査を概略的に示す断面図である。

【図29】本発明の実施の形態7におけるフォトマスクを概略的に示す断面図である。

【図30】本発明の実施の形態7の変形例におけるフォトマスクを概略的に示す断面図である。

【図31】本発明の実施の形態8における位相格子のパターンを概略的に示す平面図である。

【図32】本発明の実施の形態8における位相格子のパターンを概略的に示す平面図である。

【図33】本発明の実施の形態9における第1透明基板と第2透明基板との固定方法を概略的に示す断面図である。

【図34】本発明の実施の形態10におけるフォトマスクを構成する第1透明基板と第2透明基板とを概略的に示す平面図である。

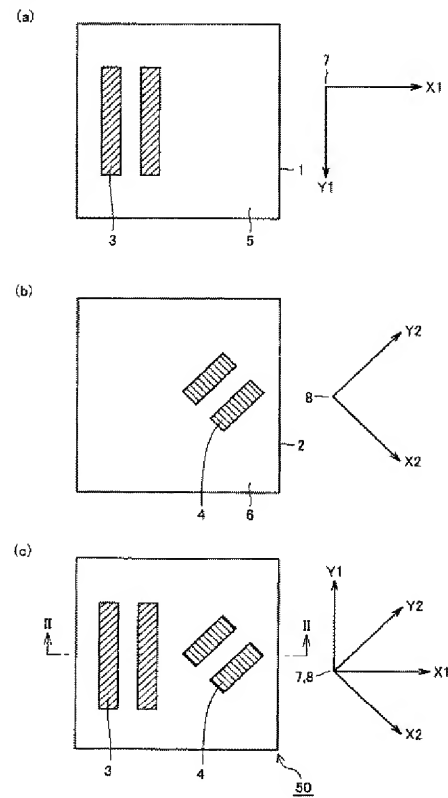
【図35】本発明の実施の形態10におけるフォトマスクの構成を概略的に説明する平面図である。

【符号の説明】

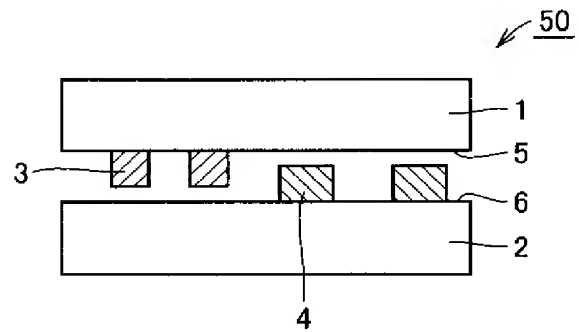
【0133】

1 第1透明基板、2 第2透明基板、3 第1遮光パターン、4 第2遮光パターン、5 第1の面、6 第2の面、7 第1の直交座標系、8 第2の直交座標系、9 アライメントマーク、10 位相格子、11 座標軸方向、14 第1の角度状態、15 第2の角度状態、16 溝、17 真空チャンバ、50 フォトマスク、51 遮光膜、52 フォトレジスト、53 電子線マスク描画装置、54 基板ステージ、56 ランプハウス、57 ミラー、58 フライアイレンズ、59 アパーチャ、60 集光レンズ、61 ブラインド、62 瞳面、63 投影光学系、64 電子デバイス形成基板、70 投影露光装置、71 薄膜、72 描画グリッド、73 描画データ、74 設計データ、75 最大線幅、76 線幅、77 固定治具、78 回折光、79 再回折光、80 入射光、82 可変成形レンズ部、83 収束偏向レンズ部、84 LaB6電子銃、85 第1成形アパーチャ、86 第1成形レンズ、87 第1成形偏向器、88 第2成形レンズ、89 第2成形アパーチャ、90 縮小レンズ、91 ブランキンング電極、92 偏向器、93 収束レンズ。

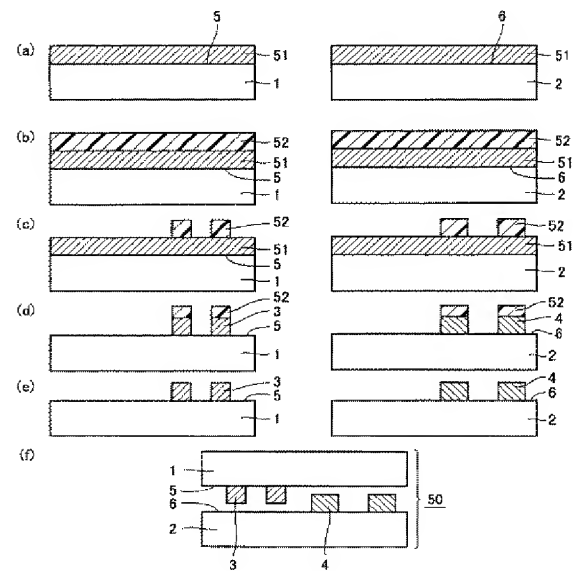
【図1】



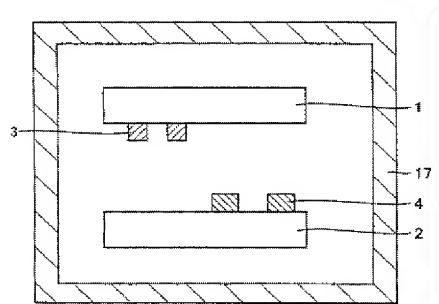
【図2】



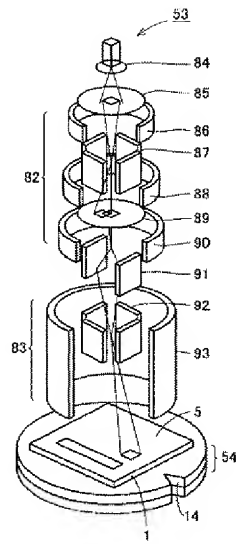
【図3】



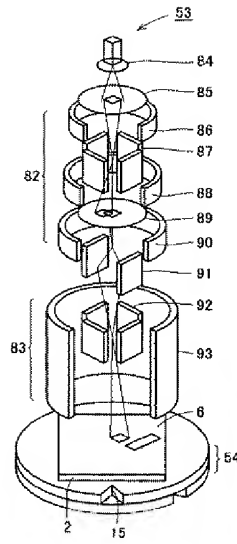
【図4】



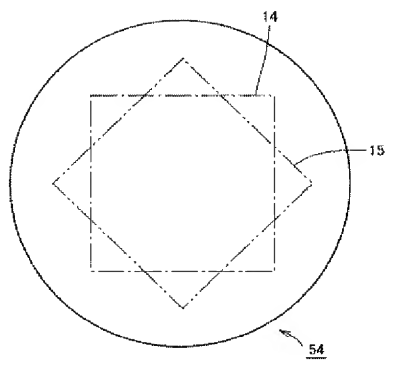
【図5】



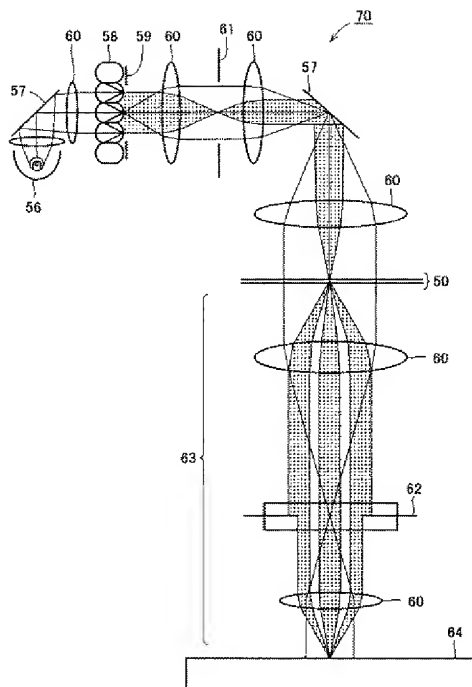
【図6】



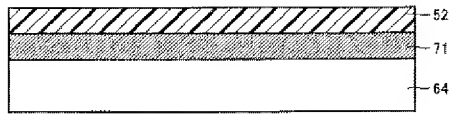
【図7】



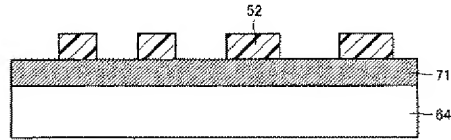
【図8】



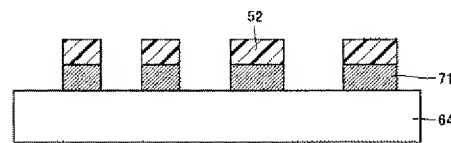
【図9】



【図10】



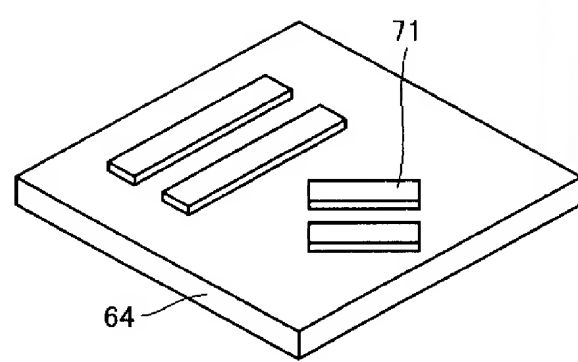
【図11】



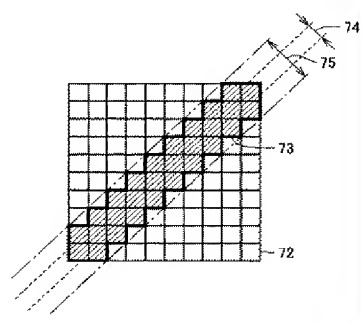
【図12】



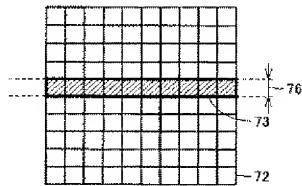
【図13】



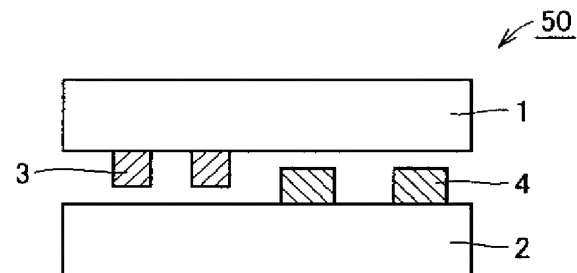
【図14】



【図15】



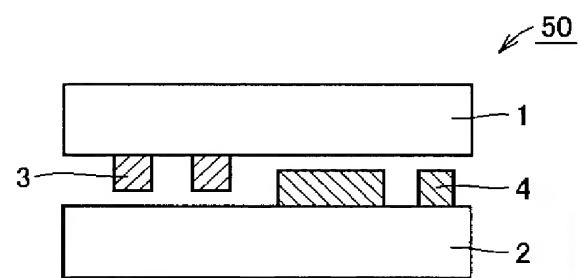
【図16】



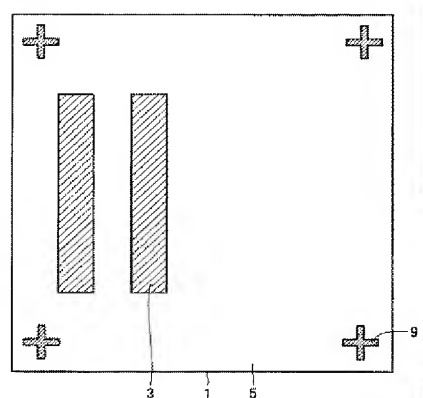
【図17】



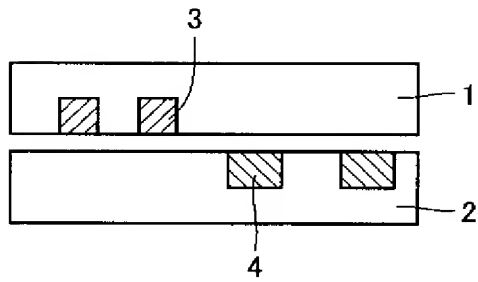
【図18】



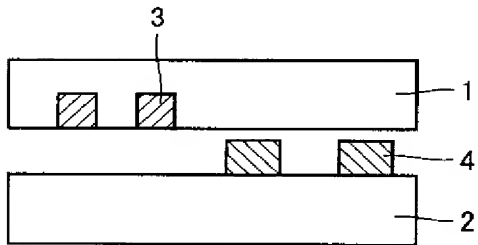
【図19】



【図20】



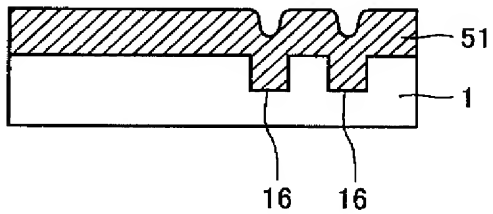
【図21】



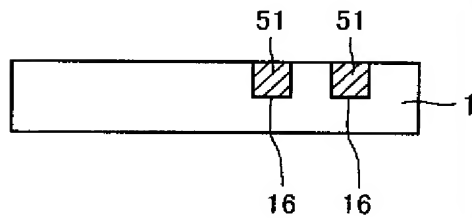
【図22】



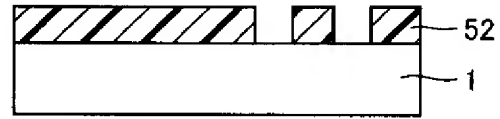
【図26】



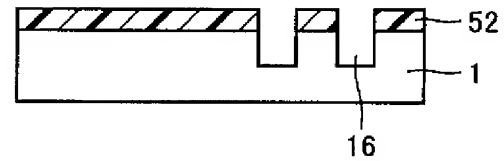
【図27】



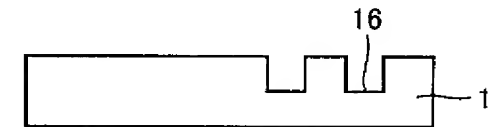
【図23】



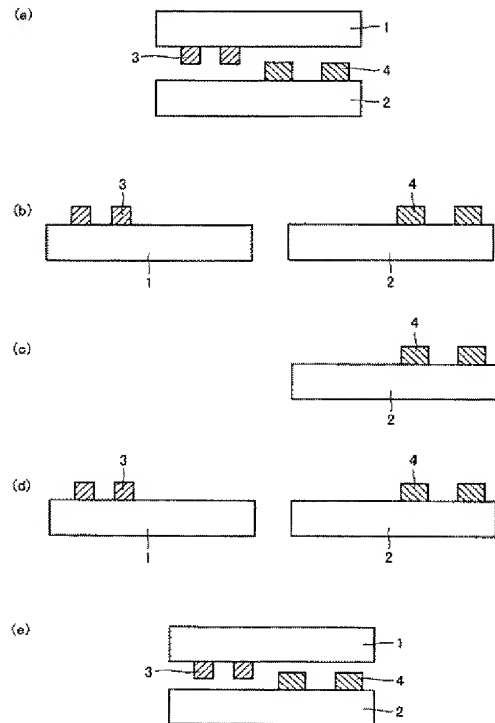
【図24】



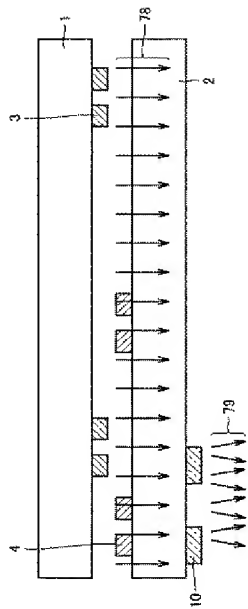
【図25】



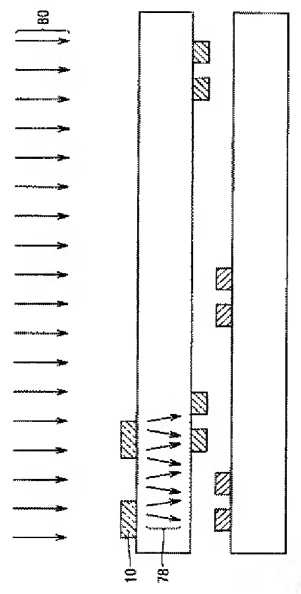
【図28】



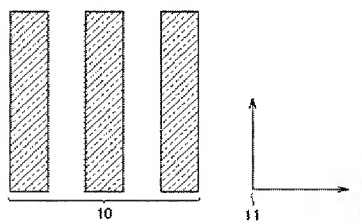
【図29】



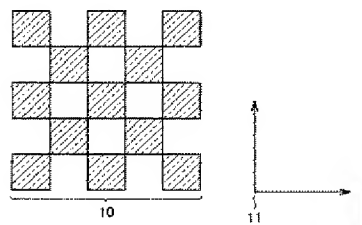
【図30】



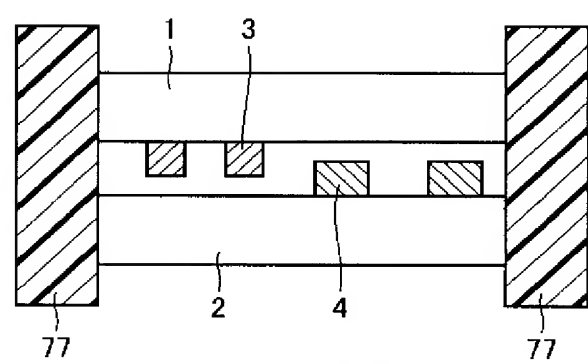
【図31】



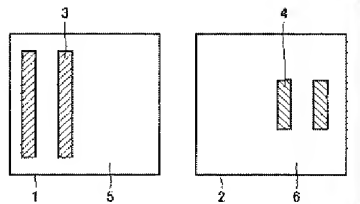
【図32】



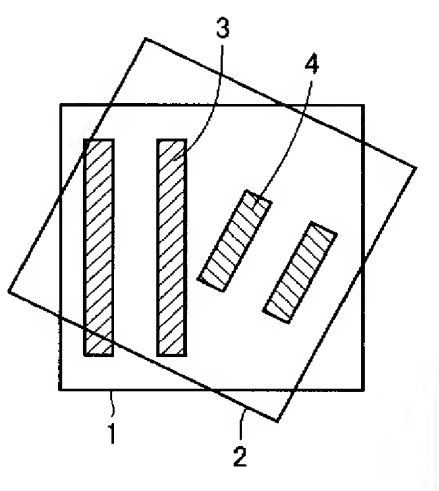
【図33】



【図34】



【図35】



(72)発明者 加門 和也

東京都千代田区丸の内二丁目4番1号 株式会社ルネサステクノロジ内

Fターム(参考) 2H095 BA01 BB02 BB10 BC09 BC11